

半導体材料・第三巻 化合物半導体の作成を終えて

豊田高専 長 谷 亘 康

半導体材料・第3巻では、化合物半導体に関する基礎的な知識の整理とその応用デバイスへの概観を与え、今日の先端技術の中に占める化合物半導体の位置付け、重要性といったものを理解して貰えれば、といった目的、意図のもとに本ビデオの作成を行った。

高専における半導体教育は、一般的にいて半導体の初歩的な基礎物性とシリコンを中心とした単体半導体、ならびにその電気デバイス（ダイオード、トランジスタ等）に集中し、化合物半導体関係は比較的少ない時間で簡単に処理されている傾向にあるのではなかろうか、と思われる。多くの場合、単体半導体を学ぶことによって、その延長線上で化合物半導体を理解することは容易であるが、化合物半導体特有の問題、例えば3元系、4元系といった混晶の諸物性とその結晶成長、或は発光デバイスを中心とした理論的、技術的な諸問題、さらには現在多くの関心が寄せられている超格子といったものについては、単なる延長線上でなく新たな知識展開が必要であり、昨今のこの分野での著しい進展を見るとき、化合物半導体に対する基礎的な素養は欠かせないものであらうと思われる。従ってここでは化合物半導体特有の問題への初歩的なアプローチを念頭において本ビデオの作成にあたった。

本ビデオの全体構成は大まかにいて、

- (1) 化合物半導体の構成
- (2) 化合物半導体の電気特性とそのデバイス
- (3) 化合物半導体の光特性とそのデバイス
- (4) エピタキシャル結晶の成長手法
- (5) まとめ

といった部分からなっている。以下では、それぞれの項の目的・意図、あるいは視聴した学生の感想を通しての反省事項といったものについて簡単に述べる。

(1) 化合物半導体の構成とその特長

化合物半導体の成立ち方、特にこの材料系のデバイスにとって重要な混晶の基本概念の導入を中心とした、混晶については、混晶系そのものの各種物性に触れなければ化合物半導体における混晶の位置付け、重要性といったものが余り明確にはならないが、問題の煩雑化を避けるためここでは、敢えて混晶の形態例を示すにとどめた。

化合物半導体の特長では、単体半導体との差異の羅列のみで終わったが、具体的な数値例が必要ではなかったかと考えている。

(2) 化合物半導体の電気特性とそのデバイス

半導体の電気特性とそのデバイス（ダイオード、トランジスタ、FET 等）については、本シリーズ第1巻・半導体物性でその概要が述べられているため、ここでは高速電気デバイスへの応用例を挙げるにとどめ、我々の身近なところでも化合物半導体が利用されていることを印象付けることを意図した。高速性の必要性や、そのための必要な材料の性質、システム内でのデバイスの働き、役割といったものに触れなかった点は、後になって多少心残りである。

(3) 化合物半導体の光特性とそのデバイス

化合物半導体での光の吸収、放射のメカニズムを理解し、バンドギャップと光のエネルギー（光波長）の関係を通して、いろんな波長の発光を可能にする化合物半導体、とりわけ混晶の重要性の把握に力点をおいた。

可視光の受光センサーについては、本シリーズ第1巻の冒頭でも簡単にその働きが取り上げられているので省略したが、電卓を始めとして我々の身近なところでも数多くみられる太陽電池を入れなかったがこの点も心残りである。受光センサーとしてここでは、やや特殊ではあるが通常余り目に触れることのない赤外センサーを取り上げて見た。結果的には目に見えない光の検知ということで実感としてとらまえることがやや困難なようであったが、温度に応じた物体表面からの目に見えない赤外放射の存在と、その放射強度による非接触温度計測といった点を理解して貰えればと考えている。

発光デバイスでは、LED と半導体レーザを取りあげたが、両者のおおの特性（スペクトル、光強度、可干渉性等）、あるいは光を利用した情報伝達の特長と従来の電気通信との差異等についてのいま一步踏み込んだ説明をいれることによって発光に対するより深い関心と呼べたのではないかと考えている。

(4) エピタキシャル結晶の成長手法

エピタキシャル結晶の成長技術は、化合物半導体デバイスの根幹に関わるところで、ここではLPE 法、MOCVD 法、MBE 法といった昨今の代表的な手法を取りあげ、化合物半導体の多くのデバイスにみられる混晶を含む多層薄膜構造の形成手法やそこで用いられる結晶成長装置の概要の理解に努めた。結果的には、欲張ったため、いずれの手法に対しても中途半端な説明になってしまったように思える。例えば、LPE 法といった基本的な一つの手法に絞り込み最初の基板洗浄から始まって原材料の評量、成長ボートへの充填等と順を追ってエピタキシャル成長の実像を画像化するとともに成長のメカニズムに関する簡単なコメントをいれるべきであったのでは、と反省している。

(5) まとめ

ここでは、主として化合物半導体の現状と将来への展望を簡単にまとめ、化合物半導体の大きな可能性についての理解を得ることに主眼をおいた。しかし例えばデバイスとしての光集積回路がどのような動作、機能をもち、なぜ必要なのか、あるいは、新機能材料としての超格子がどのような可能性を秘めていて、どういった展開が期待されているのか等といった具体的な描像

にせまる余裕がなかったことは残念であった。

本ビデオが当初の意図に対して決して十分なものではないが、高専生の諸君がたとえ少しでも化合物半導体に対して関心を抱き、理解を深めて頂ければと念じている。

最後に、本ビデオの作成に当たって貴重な資料、映像のご提供を頂いた名古屋大学工学部赤碕研究室、NTT 伝送システム研究所、松下電器産業（株）半導体研究センター、ソニー（株）中央研究所、富士通（株）の関係者の方々に心から感謝致します。